

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»

Кафедра \_\_\_\_\_ Електронна техніка \_\_\_\_\_

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Леонід Бачурін

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ОНД 2.12 Комп'ютерні мережі

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність (ості) \_\_\_\_\_ 123 Комп'ютерна інженерія \_\_\_\_\_

(шифр і назва спеціальності (тей))

Освітня програма \_\_\_\_\_ Комп'ютерна інженерія \_\_\_\_\_

(назва освітньої програми)

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни Комп'ютерні мережі

(повна назва дисципліни)

для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

«30» серпня 2022 року. – 11 с.

Розробники: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

Шамаєв Віталій Віталійович, к.т.н., доцент., доцент кафедри. ЕТ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Електронної техніки

( назва кафедри)

Протокол № 1 від. “ 06 ” 09 2022 р.

Завідувач кафедрою Електронної техніки

( Вовна О.В. )

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“      ” 202 р

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань 12 Інформаційні технології

(шифр, назва)

Протокол № 5 від. “ 2 ” 09 2022 р.

“      ” 202 р. Голова ( Башков Є.О. )

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## 1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна
Статус	Обов'язкова
Обсяг в кредитах ЄКТС	5
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150
лекції:	32
практичні заняття:	-
лабораторні заняття:	32
семінари:	-
самостійна робота:	86
Форма підсумкового контролю	Екзамен / диф. залік
Дисципліну викладають	Шамаєв Віталій Віталійович <a href="https://donntu.edu.ua/knt">https://donntu.edu.ua/knt</a> <a href="mailto:vitalii.shamaev@donntu.edu.ua">vitalii.shamaev@donntu.edu.ua</a>

**Передумови для вивчення дисципліни.** Дисципліни, що мають бути вивчені раніше: «Комп'ютерні системи», «Основи комп'ютерної обробки сигналів», «Системне програмне забезпечення», «Архітектура комп'ютерів», «Комп'ютерна мікроархітектура».

Здобути результати: знання, щодо теоретичних методів та практичних процедур, які використовують при комп'ютерному перетворенні дискретних сигналів..

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

**Метою** викладення навчальної дисципліни є опанування студентами знань з основних теоретичних методів та практичних процедур, на яких ґрунтується проектування та функціонування комп'ютерних мереж.

### Компетентності:

- Здатність застосовувати знання на практиці (ЗК)
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК).
- Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення (ФК).
- Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення (ФК).
- Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання (ФК).

### Програмні результати навчання:

- знати основи професійне-орієнтованих дисциплін спеціальності.
- вміти застосовувати знання для розв'язування задач аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.
- вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

### 3. Очікувані результати навчання

Прийнята методика викладання матеріалу повинна сформувати у майбутніх фахівців базові знання для подальшого їх використання та розвитку у практичній діяльності, закласти основу для подальшого самовдосконалювання.

Очікувані результати:

- знати основні засоби мережевого устаткування, їхніх характеристик і класифікації;
- знати призначення, особливості функціонування і концепції побудови локальних комп'ютерних мереж;
- знати основні технології локальних комп'ютерних мереж і особливості їхнього застосування;
- знати основи організації і функціонування глобальних комп'ютерних мереж і послуги, що надаються користувачам такими мережами;
- знати склад і призначення програмних засобів, що забезпечують ефективну і безперебійну роботу сучасних комп'ютерних технологій.
- вміти обирати і обґрунтувати вибір моделі побудови проекрованої комп'ютерної мережі, мережевої архітектури, типу кабельної системи, конфігурації мережевого устаткування, необхідного для забезпечення нормальної роботи мережі;
- проектувати карту-схему та розраховувати вартість установки та експлуатації спроектованої комп'ютерної мережі;
- налагоджувати мережеве устаткування відповідно до обраної моделі мережі;
- виявляти неполадки та недоліки існуючих мереж та запропонувати найпростіші та найшвидші шляхи їх усунення.

### 4. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- екзамен;
- індивідуальне завдання (курсова робота);
- практичні завдання;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;

### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Підсумкова семестрова оцінка з дисципліни виставляється на підставі сумарної кількості балів, які набрав студент:

Поточний контроль за лабораторними роботами (очна форма)						Іспит	Сума балів
Лр 1	Лр 2	Лр 3	Лр 4	Лр 5	Лр 6		
5	7	7	7	7	7	60	100
2	3	3	3	3	3		72

Примітки: 1) Лр1, Лр2 ...Лр6 лабораторні роботи;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні,  
у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист	Підсумкова кількість балів
до 30	до 10	60	100

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») шкалою. Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## 6. Програма навчальної дисципліни

### 6.1 Основні теми дисципліни

#### Тема 1. Топології локальних мереж та модель OSI.

визначення локальної мережі, відмінні ознаки локальної мережі, недоліки локальних мереж, базова термінологія, фактори працездатності мережі, топології локальних мереж, переваги і недоліки топологій шина, зірка, кільце, термінатори, репітери, подвійне кільце, порівняння топологій, визначення та рівні моделі OSI, взаємодія рівнів, інкапсуляція і декапсуляція, PDU (Protocol Data Unit), модель TCP-IP (DOD), рівні моделі DOD, розподіл протоколів

#### Тема 2. Дротові лінії зв'язку

типи ліній зв'язку в локальних мережах, основні параметри кабелів, стандарти на кабелі, кабелі на основі кручених пар, категорії кабелів UTP, параметри кабелів UTP, роз'єми для кручених пар, зовнішні оболонки кабелів, затримка розповсюдження сигналу, коаксіальні кабелі, переваги і недоліки коаксіальних кабелів, типи і підключення коаксіальних кабелів, оптоволоконні кабелі, переваги і недоліки оптоволоконних, одномодовий кабель, багатомодовий кабель, порівняння засобів комунікації.

#### Тема 3. Бездротовий зв'язок

діапазони електромагнітного спектра, радіодіапазон, інфрачервоні хвилі, видиме світло, поширення електромагнітних хвиль, коротка історія WLAN, базові стандарти IEEE 802.11, топологія WLAN, механізм доступу до середовища (DCF і PCF), технології фізичного рівня, що становлять фізичного рівня, частотні канали і методи поділу середовища, коди Баркера, стрибкоподібне перебудова частоти (FHSS), розширення спектра методом прямої, послідовності (DSSS), комплементарні коди (ССК), двійкове пакетне звертне кодування (PBCC), мультиплексування з поділом по ортогональних частотах (OFDM).

#### **Тема 4. Кодування інформації, призначення и структура кадрів**

поширені коди передачі інформації, код без повернення до нуля (NRZ), переваги і недоліки коду NRZ, код з поверненням до нуля (RZ), манчестерський код, біфазної код, різновиди кодів, код 8B / 6T, код NRZI, код MLT-3, аналогове кодування, амплітудна модуляція, частотна модуляція, фазова модуляція, пакети (кадри), структура пакета, багаторівнева інкапсуляція, адресація пакетів, MAC-адресація.

#### **Тема 5. Методи управління обміном. Метод доступу CSMA/CD.**

методи управління обміном, централізовані і детерміновані методи, випадкові методи, управління обміном в мережі з топологією зірка, централізований метод з пасивним або активним центром, управління обміном в мережі з топологією шина, децентралізовані методи в шині, децентралізований кодовий пріоритетний метод, методи CSMA/CD і CSMA/CA, загальні особливості випадкових методів, управління обміном в мережі з топологією кільце, алгоритм маркерного доступу, центральний хост при маркерному доступі, послідовність обміну і колізії, часові і логічні параметри, алгоритми передачі і прийому кадру, jam-послідовність, домен колізій, час подвійного обороту, продуктивність мережі, основні функціональні параметри IEEE 802.3.

#### **Тема 6. Функції и протоколи канального рівня.**

Основні процеси канального рівня, процедури передачі даних, дейтаграмна передача, передача з встановленням з'єднання, типи кадрів в процедури передачі даних, методи гарантії доставки кадрів, метод з простоями, метод «ковзного вікна», виявлення помилок, контроль за паритетом, циклічний надлишковий контроль, технологія Fast Ethernet, кодування і схема автоперемов, Gigabit Ethernet, проблеми сумісності, стандарти і принципи побудови мереж, робочі параметри 10Gb Ethernet, сімейство технологій 10GBASE, реалізації 10Gb Ethernet, протокол 100VG-AnyLan, протокол Token Ring, принцип дії Token Ring, активний монітор, пріоритети кадрів, протокол FDDI, первинне і вторинне кільце FDDI, протоколи SLIP і PPP.

#### **Тема 7. Механізм адресації в IP-мережі.**

типи адрес в стеці TCP/IP, апаратні адреси, мережеві IP-адреси, доменні імена, формат IP-адреси, адреса мережі та адреса вузла, класи IP-адрес, зарезервовані адреси, використання масок, механізм розбиття на підмережі, розподіл адрес, нераціональний розподіл та дефіцит адрес, безкласова міждоменна маршрутизація (CIDR), адресація при використанні CIDR, алгоритм і протокол дозволу адрес (ARP), інкапсуляція ARP-повідомлень в кадр, ARP-таблиці, система доменних імен, зберігання імен на DNS-серверах, протокол DHCP, режими роботи DHCP, ручне та автоматичне призначення статичних адрес, автоматичний розподіл динамічних адрес, недоліки DHCP

#### **Тема 8. Базове мережеве обладнання.**

мережеві адаптери, основні мережеві функції, передача і прийом пакета в мережу, концентратор, типи концентраторів їх функції, управління за протоколом SNMP, мости, алгоритми роботи мостів, алгоритм прозорого моста, алгоритм моста з маршрутизацією від джерела, обмеження топології на прозорих мостах, комутатори, загальна структурна схема комутатора, класифікація комутаторів, комутатори на основі комутаційної матриці, комутатори із загальною шиною, комутатори з пам'яттю, комбіновані комутатори, повнодуплексний і напівдуплексний режими, додаткові функції комутаторів, основні характеристики комутаторів, віртуальні локальні мережі (VLAN), маршрутизатори, рівень інтерфейсів, рівень мережевого протоколу, рівень протоколу маршрутизації, класи маршрутизаторів за призначенням

## **Тема 9. Основи маршрутизації.**

Internet Protocol, формат заголовку IP-пакета, елементи заголовку IP-пакета, таблиці маршрутизації, елементи таблиці маршрутизації, прапори в таблиці Unix-маршрутизатора, додаткові параметри таблиць маршрутизації, алгоритм маршрутизації без масок, джерела записів в таблицях маршрутизації, маршрутизація з масками однакової довжини, алгоритм маршрутизації з масками, маршрутизація з масками змінної довжини, розподіл адресного простору, що перекриваються адресні простори, безкласова міждоменна маршрутизація CIDR, переваги CIDR

## **Тема 10. Транспортні протоколи та фрагментація пакетів.**

фрагментація пакетів, параметри і особливості фрагментації, етапи фрагментації і збірки, протокол IPv6, система адресації, типи адрес, приватні адреси, глобальні та унікальні адреси, Top-Level Aggregation (TLA), Next-Level Aggregation (NLA), Site-Level Aggregation (SLA), ідентифікатор інтерфейсу, перетворення IPv4 в IPv6, заголовки в IPv6, типи додаткових заголовків в IPv6, способи зниження навантаження на маршрутизатори, протоколи TCP і UDP, порти, демультимплексування в UDP, TCP-сегменти, заголовок TCP-сегмента, логічні з'єднання, демультимплексування, квотування, буфери в TCP, вікна прийому в протоколі, накопичення квитанцій в протоколі, час очікування квитанції, управління вікном прийому

## **Тема 11. Алгоритми та протоколи маршрутизації.**

лавинна маршрутизація, маршрутизація на події, статична маршрутизація, адаптивна маршрутизація, протоколи маршрутизації, вимоги до адаптивних протоколів, дистанційно-векторні алгоритми (DVA), алгоритми стану зв'язків (LSA), зовнішні і внутрішні протоколи, зовнішній шлюзовий протокол (EGP), внутрішніми шлюзовими протоколами (IGP), протокол RIP, етапи побудови таблиці маршрутизації в протоколі RIP, адаптація до змін стану мережі, протокол OSPF, боротьба з помилковими маршрутами, побудова графа зв'язків, знаходження оптимального маршруту, коригування таблиць маршрутизації, зв'язку і метрики в протоколі OSPF, протокол BGP, протокол ICMP, інкапсуляція і формат ICMP-повідомлення, формат луна-запиту і луна-відповіді, процедура traceroute

## **Тема 12. Трансляція адреса та якість обслуговування.**

якість обслуговування в IP-мережах, механізми профілювання і формування трафіку, алгоритм відра маркерів, випадкове попереднє виявлення, інтегроване обслуговування (IntServ), резервування по протоколу RSVP, етапи процедури резервування, повідомлення протоколу RSVP, диференційоване обслуговування (DiffServ), ToS- і DS-байти, DiffServ-домени і SLA, 2 варіанти обслуговування в PHB, сервіси на основі варіантів обслуговування, трансляція мережевих адрес (NAT), базова трансляція мережевих адрес, трансляція мережевих адрес і портів, проксі-сервер, способи реалізації проксі-сервера, кешування даних на проксі-серверах, Internet Cache Protocol

## **Тема 13. Огляд протоколів стеку TCP/IP.**

Віддалений доступ по telnet, протокол передачі файлів (FTP), клієнти і сервери FTP, пасивний і активний режими, тривіальний FTP, простий протокол передачі пошти (SMTP), обробка пошти, протокол IMAP, мережева файлова система NFS, механізм блокування NLM, протокол SNMP, база керуючої інформації MIB, протокол передачі гіпертексту (HTTP), запити і відповіді HTTP, HTTP-заголовки, проксі-сервера, шлюзи, і тунелі, ієрархічні проксі-сервери, віртуальні хости, багатоцільові розширення електронної пошти (MIME), URL, URI, агенти користувачів (user agents).

#### Тема 14. Основи мережевої безпеки.

Огляд сучасних стандартів і специфікацій в області інформаційної безпеки, основні ідеї, функціональні вимоги безпеки, вимоги довіри безпеки, профілі захисту на основі "Загальних критеріїв", загальні вимоги до сервісів безпеки, приватні вимоги до сервісів безпеки, приватні вимоги до комбінацій і додатків сервісів безпеки, рекомендації сімейства X.500, специфікації Internet-спільноти IPsec, специфікація Internet-спільноти TLS, специфікація «Узагальнений прикладний програмний інтерфейс служби безпеки», специфікація «Керівництво з інформаційної безпеки підприємства», британський стандарт BS 7799, вимоги безпеки для криптографічних модулів

#### Тема 15. Адміністрування мереж

завдання і цілі мережевого адміністрування, поняття мережевих протоколів і служб, мережеві операційні системи, протокол TCP/IP, служба DNS, служба каталогів Active Directory, служба файлів і друку, мережеві протоколи і служби, служба резервного копіювання, резервне копіювання і відновлення даних, управління сервером, консоль управління MMC, протокол віддаленого робочого стола, перегляд зареєстрованих системою подій, відстеження певних видів подій, моніторинг продуктивності, моніторинг мережевої активності, моніторинг мережевих протоколів і служб.

#### Тема 16. Технології глобальних мереж.

поняття і визначення глобальних мереж, передача даних з використанням виділених ліній, аналогові виділені лінії, цифрові аналогові лінії, протоколи канального рівня для виділених ліній, побудова обчислювальних мереж на основі телефонних мереж з комутацією каналів, використання аналогових телефонних мереж, ISDN як спроба об'єднання телефонних і комп'ютерних мереж, комп'ютерні глобальні мережі з комутацією пакетів, мережі X. 25, мережі Frame Relay, технологія ATM її основні принципи, стек протоколів ATM, співіснування ATM з традиційними технологіями.

### 6.2 Теми практичних (семінарських) занять

Практичні заняття навчальним планом непередбачені.

### 6.3 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	ЛР 1 – Мережні пристрої і засоби комунікацій (тема 2)	5
2	ЛР 2 – Конфігурування мереж Ethernet та Fast Ethernet (тема 5)	5
3	ЛР 3 – Адресація і маршрутизація в IP-мережах (тема 7)	5
4	ЛР 4 – Середовище Cisco Packet Tracer та операційна система IOS (тема 8)	5
5	ЛР 5 – Статична та динамічна маршрутизація (тема 9)	6
6	ЛР 6 – Адресація CIDR та маски VLSM (тема 10)	6
	<b>Усього годин</b>	<b>32</b>



### 6.4 Самостійна робота

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми</i>	<i>Кількість годин</i>
1	Топології локальних мереж та модель OSI.	5
2	Дротові лінії зв'язку.	5
3	Бездротовий зв'язок.	5
4	Кодування інформації, призначення і структура кадрів.	5
5	Методи управління обміном. Метод доступу CSMA/CD.	5
6	Функції і протоколи канального рівня.	5
7	Механізм адресації в IP-мережах.	5
8	Базове мережеве обладнання.	5
9	Основи маршрутизації.	5
10	Транспортні протоколи та фрагментація пакетів.	5
11	Алгоритми та протоколи маршрутизації.	6
12	Трансляція адрес та якість обслуговування.	6
13	Огляд протоколів стеку TCP/IP.	6
14	Основи мережевої безпеки.	6
15	Адміністрування мереж.	6
16	Технології глобальних мереж.	6
	<b>Усього годин</b>	<b>86</b>

### 6.5 Індивідуальні та/або групові завдання

У якості індивідуального завдання передбачено виконання курсової роботи на тему «Розробка проекту локальної комп'ютерної мережі».

Мета курсової роботи - реалізація отриманих знань при розробці локальних інтернет додатків.

## 7. Література

### 7.1 Основна

1. Mike Meyers M. CompTIA Network+ Certification All-in-One Exam Guide. – McGraw Hill. 7th edition. - 2022. – 944 p.
2. Doug Lowe. Networking All-in-One For Dummies (For Dummies (Computer/Tech)). 8th Edition. – 2021. – 1056 p.
3. Network Programmability and Automation: Skills for the Next-Generation Network Engineer Paperback – 2018. 559 p.
4. James Kurose. Computer Networking. Pearson. 7th edition. 2016. – 864 p.
5. Tanenbaum. Computer Networks. Pearson Education India. 5th edition. 2013. – 816 p

6. Комп'ютерні мережі, книга.1. Навчальний посібник для технічних спеціальностей ВНЗ (рекомендовано МОН України) / Микитишин А., Митник М., Стухляк П. – К.: Видавництво «Магнолія 2006». - 2021. 256 с.
7. Комп'ютерні мережі: підручник / Азаров О., Захарченко С., Кадук О., Орлова М., Тарасенко В. – Вінниця: ВНТУ. – 2020. – 378 с.
8. Ахрамович В., Чегринець В., Котенко А. «Комп'ютерні мережі. Архітектура, проектування, захист». – К.: Видавництво ДУТ, 2018 – 404 с.
9. Буров Є. Комп'ютерні мережі: підручник. – Львів: Видавництво «Магнолія 2006», 2010. – 262 с.
10. Франчук В.М. Комп'ютерні мережі та Інтернет// В.М. Франчук. // Навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичних та інформатичних спеціальностей вищих педагогічних навчальних закладів. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015 р. – 141 с.

## 7.2 Допоміжна

1. A. A. Ghorbani and W. Lu, M. Tavallaee, Network Intrusion Detection and Prevention, Springer, US, 2010, 216 p.
2. Інформатика і комп'ютерна техніка: Навч. посіб. для дистанційного навчання / Наумова Н., Тоїчкіна Н., Дорожко Н. та ін. За ред. наук. ред. П. Лізунова. – К.: Університет "Україна", 2006. – 466с.
3. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / За ред. О.І. Пушкаря.-К.: Видавничий центр “Академія”, 2006.– 704с.
4. Колесніков А. Internet для пользователя.-К.: BHV, 2000. – 304с.
5. Комп'ютерні мережі: Методичні вказівки до лабораторних робіт/ Укл.: Сікора В.С., Юрченко І.В.-Чернівці: Рута, 2002.-43с.
6. Лозікова Г.М. Комп'ютерні мережі: Навчально-методичний посібник.-К.: Центр навчальної літератури, 2004.-128с.
7. Згуровський М. Вступ до комп'ютерних інформаційних технологій.-К.: ЕУФІМБ, 2000. – 265с.
8. Комп'ютерні технології. Комп'ютерні мережі: Підручник.-К.: Каравела, 2010. – 464с.
9. Антонов В. Сучасні комп'ютерні мережі: Навч. Посібник. – Київ: «МК-Прес». – 2005. – 480с.
10. Кулаков Ю. Комп'ютерні мережі: навч. посіб./ Ю. Кулаков, І. Жуков. – К.: вид-во Національного авіаційного ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 392 с.

## 7.3. Методична

- 1) Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерні мережі» для студентів освітнього ступеню «бакалавр» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія [заплановано до видання].

- 2) Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Комп'ютерні мережі» для студентів освітнього ступеню «бакалавр» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія [заплановано до видання].
- 3) Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерні мережі» для студентів освітнього ступеню «бакалавр» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія [заплановано до видання].

## 8. Інформаційні ресурси

1. Олексюк В., Балик Н., Балик А. Організація комп'ютерної локальної мережі.— Тернопіль: Підручники і посібники, 2006. – 80 с. <http://programming.in.ua/other-files/internet/38-organizacija-lokal-lan.html>
2. B. Mitchell, What Is a Network Sniffer?, 2016, [online], [cit. 2018-04- 22]. Available:
3. Комп'ютерні мережі: <http://www.dokanet.net/>.
4. <https://nupp.edu.ua/page/navchalny-kurs-141bvb7-2-kompyuterni-merezhi.html>
5. <https://step.org.ua/konspekt/lanwan/tema2>
6. [https://stud.com.ua/53333/informatika/lokalni\\_kompyuterni\\_merezhi](https://stud.com.ua/53333/informatika/lokalni_kompyuterni_merezhi)
7. <https://klaster.ua/ua/lokalnye-vychislitelnye-seti/>
8. Комп'ютерні мережі: багаторівнева архітектура інтернету: <http://www.alkor94.kz/>.
9. <https://freelancehunt.com/ua/projects/skill/kompyuterni-merezhi/72.html>
10. <http://www.kievoit.ippo.kubg.edu.ua/kievoit/2013/21/21.html>
11. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/16930/5/Mykytyshyn\\_A\\_G\\_Mytnyk\\_M\\_M\\_Kompyuterni\\_merezhi\\_Knyga\\_1.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/16930/5/Mykytyshyn_A_G_Mytnyk_M_M_Kompyuterni_merezhi_Knyga_1.pdf)
12. Ethernet LAN architecture: [www.linio.org/ethernet.html](http://www.linio.org/ethernet.html)
13. LAN diagram: <http://www.conceptdraw.com/examples/wide-area> .
14. Network topologies: <https://www.pctechguide.com/networking/network-topologies> .
15. <https://www.geeksforgeeks.org/best-computer-networks-books/>